

97153

מועד ב קיץ 2025

מחבר פתרון אלכס צוקרמן



פתרון שאלה 1

סעיף א)

חישוב אקסצנטריות:

$$e_d = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{30} \\ 2 \text{ cm} \\ \frac{m_d}{N_d} \end{array} \right. = 2.33 \text{ cm}$$

אקסצנטריות תכנונית

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}} = \frac{2}{\sqrt{4.35}} = 0.95 \left\{ \begin{array}{l} < 1.0 \\ > 2/3 \end{array} \right.$$

אקס' עקב אי דיוקים בביצוע

$$e_i = 0.5 * \frac{\alpha_h}{200} * l_e = 0.5 * \frac{0.95}{200} * 470 = 1.11 [\text{cm}]$$

$$(28.20) \quad \frac{1}{r_0} = \frac{f_{sd}/E_s}{0.45 * d^*} = \frac{435/200000}{0.45 * 0.65} = 7.436 * 10^{-3}$$

$$(28.15) \quad e_2 = K_r * K_\varphi * \frac{1}{r_0} * \frac{l_e^2}{c} = 0.38 * 1.22 * 7.436 * 10^{-3} * \frac{4.7^2}{10} \\ = 0.0076 [\text{m}]$$

סעיף ב

חישוב שטח זיון:

קביעת סוג אקס'

$$e_{total} = 2.33 + 1.11 + 0.76 = 4.2[cm]$$

$$\frac{h}{2} - d'_s = 35 - 5 = 30[cm] > e_{total} = 4.2[cm]$$

מסקנה: אקס' קטנה

$$M_{cd,max} = 0.32 * b * d^2 * f_{cd} = 0.32 * 0.5 * 0.65^2 * 1300 = 87.88[tm]$$

$$\begin{aligned} M_{sd} &= N_d * \left(e_{total} + \frac{h_c}{2} - d_s \right) \\ &= (280 * 1.4 + 25 * 1.6) * (0.042 + 0.35 - 0.05) \\ &= 147[tm] \end{aligned}$$

$M_{sd} > M_{cd,max}$ יש צורך בברזל לחוץ

$$\Delta M = M_{sd} - M_{cd,max} = 147 - 87.88 = 59[tm]$$

$$\begin{aligned} A'_s &= \frac{\Delta M}{(d - d'_s) * f_{sd}} = \frac{59}{(0.65 - 0.05) * 4.35} = 22.6[cm^2] \rightarrow 5\Phi 25 \\ &\rightarrow 24.55[cm^2] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_{cd,max}}{0.8 * d * f_{sd}} + A'_s - \frac{N_d}{f_{sd}} \\ &= \frac{87.88}{0.8 * 0.65 * 4.35} + 24.55 - \frac{(280 * 1.4 + 25 * 1.6)}{4.35} \\ &= -35[cm^2] \text{ החתך בלחיצה} \end{aligned}$$

$$A_{s,min} = 0.002 * b * h = 0.002 * 50 * 70 = 7[cm^2]$$

מסקנה לכל צד $5\Phi 25$

סעיף ג) סכמת יסוד:

אורך יסוד L:

עומס שרות על יסוד:

$$N = 250 + 22 + 280 + 25 = 577[\text{ton}]$$

מאמץ מותר:

$$\sigma = 28 \left[\frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right]$$

שטח יסוד דרוש:

$$A = \frac{577}{28} = 20.6[\text{m}^2]$$

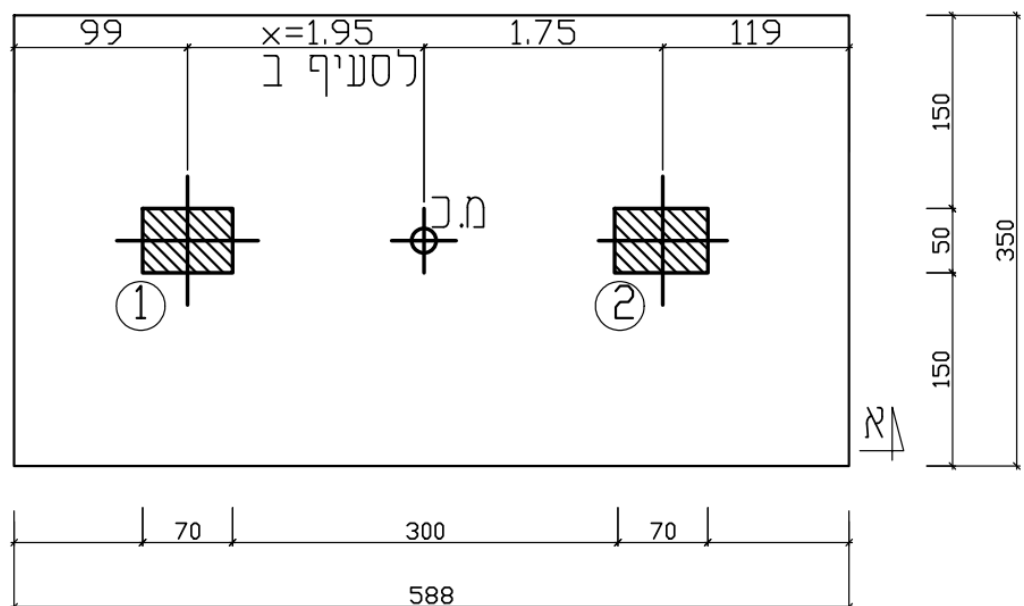
אורך יסוד:

$$L = \frac{20.6}{3.5} = 5.88[\text{m}]$$

סעיף ד)

מרחק X ממרכז מעמוד 1:

$$X = \frac{305 * (0.35 + 3.0 + 0.35)}{305 + 272} = 1.95 [m]$$



סעיף ה) סכמת יסוד: סעיף ו) מהלכי כוחות:

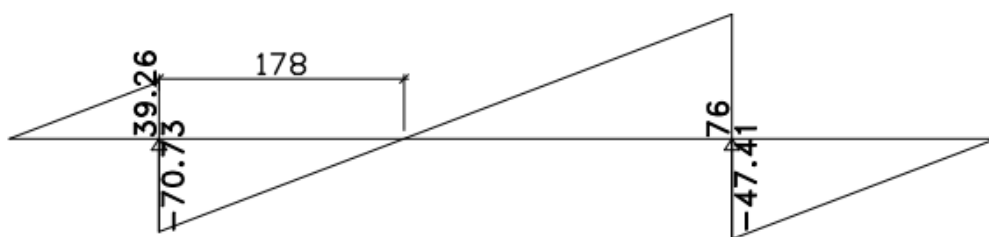
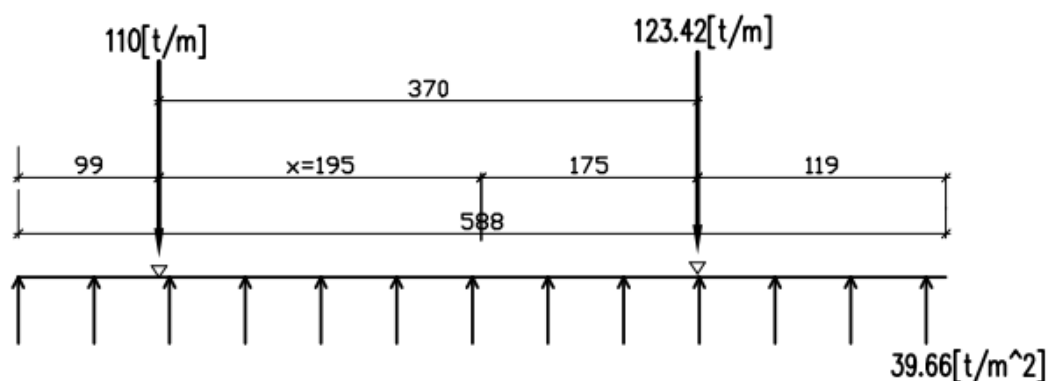
כח תכן:

$$Nd = 22 * 1.6 + 250 * 1.4 + 25 * 1.6 + 280 * 1.4 = 817[t]$$

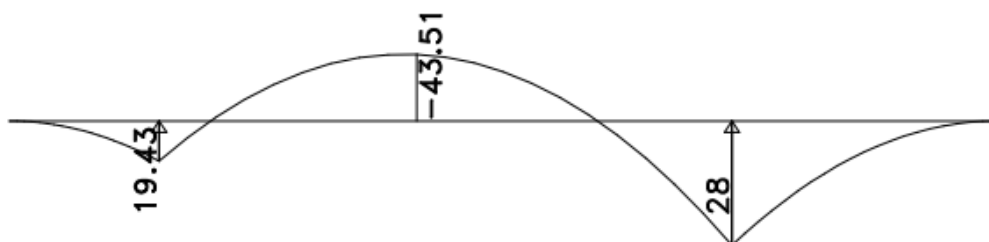
מאמץ תכן:

$$\sigma d = \frac{N}{A} = \frac{817}{20.6} = 39.66 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

סכמת יסוד(עבור רוחב של מטר אחד):



גזירה
[ton/m]



מומנט
[tm/m]

פתרון שאלה 2

סעיף א

$$l_0 = 450 * 0.8 = 360cm - h_{base} = \frac{360}{20} = 18[cm]$$

$$k_{11} = 0.85$$

$$f_{ser} = 0.18 * 2.5 + 0.3 + 0.6 = 1.35 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

$$k_{12} = 24.4 * \left(\frac{10}{13.5} \right)^{\frac{1}{3}} = 22$$

$$k_{13} = 1$$

$$h = \frac{360}{0.85 * 22 * 1} = 19.25 \rightarrow h_{final} = 20cm$$

סעיף ב

$$f_d = (0.20 * 2.5 + 0.3) * 1.4 + 0.6 * 1.6 = 2.08 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

מומנטים כללים כיוון X:

$$m_{field}^+ = f_d * \frac{l^2}{11} = 2.08 * \frac{4.5^2}{11} = 3.82[tm]$$

$$m_{inner\ field}^+ = f_d * \frac{l^2}{15} = 2.08 * \frac{4.5^2}{15} = 2.8[tm]$$

$$m_{support}^- = f_d * \frac{l^2}{9} = 2.08 * \frac{4.5^2}{9} = 4.68[tm]$$

$$M_d = 4.68[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 4.68}{1 * 0.17^2 * 1300}} = 0.13 = 0.1$$

$$A_s^{req} = \frac{4.68}{\left(1 - \frac{0.13}{2}\right) * 0.17 * 4.35} = 5.23[cm^2] - \phi 10@11$$

$$M_d = 3.82[tm]$$

$$\omega = < 0.1$$

$$A_s^{req} = \frac{3.82}{\left(1 - \frac{0.1}{2}\right) * 0.17 * 4.35} = 5.43 [cm^2] - \phi 10@14$$

$$M_d = 2.8[tm]$$

$$\omega < 0.1$$

$$A_s^{req} = \frac{2.8}{\left(1 - \frac{0.1}{2}\right) * 0.17 * 4.35} = 3.98[cm^2] - \phi 10@19$$

סעיף 7

$$R_8 = 2.08 * (4.5 * 0.55) * (4.5 * 0.4) = 9.26[ton]$$

$$R_6 = 2.08 * (4.5 * 0.55 + 4.5 * 0.55) * (4.5 * 0.55 + 4.5 * 0.55) \\ = 50.96[ton]$$

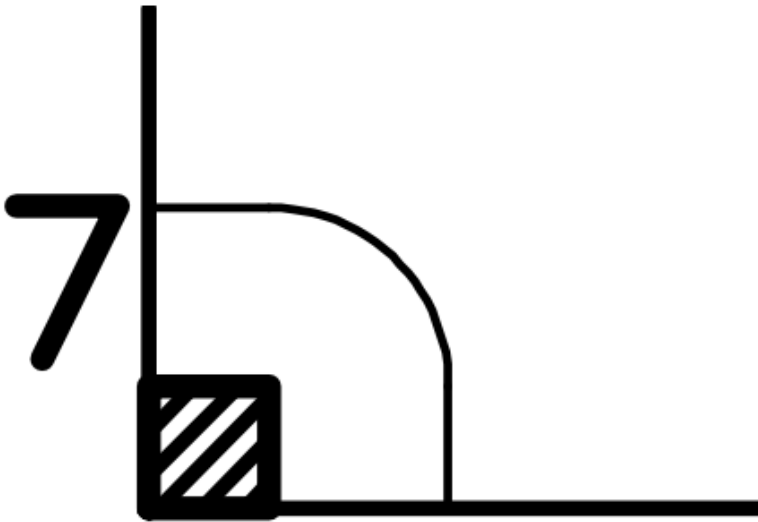
סעיף 7

$$R_d = 9.26 * 1.5 = 13.9[ton]$$

$$u_0 = 30 + 30 = 60 [cm]$$

$$d_m = 17[cm]$$

$$u_1 = 60 + 2 * \frac{\pi}{4} * 2d = 60 + 3.14 * 17 = 113.4 [cm]$$



$$K = 1 + \sqrt{\frac{200}{170}} = 2.08 = 2$$

$$\rho_l = 0.007$$

תסבולת בטון ללא זיון חדירה:

$$V_{Rdc} = \max \begin{cases} 0.12 \cdot K \cdot (100 \cdot \rho \cdot 0.7 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot U_1 \cdot dm \\ 0.035 \cdot K^{\frac{3}{2}} \cdot (0.7 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{2}} \cdot U_1 \cdot dm \end{cases} V_{Rdc}$$

$$= \max \begin{cases} 0.12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0.007 \cdot 0.7 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \cdot 1134 \cdot 170 \cdot 10^{-4} = 11.33[\text{ton}] \\ 0.035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot (0.7 \cdot 30)^{\frac{1}{2}} \cdot 1134 \cdot 170 \cdot 10^{-4} = 8.74 [\text{ton}] \end{cases}$$

$$V_{Rdmax} = 0.24 \cdot \left[1 - 0.7 \cdot \frac{30}{250} \right] \cdot 13 \cdot 600 \cdot 170 \cdot 10^{-4} = 29[\text{ton}]$$

$$R_d > V_{Rdc}$$

גדרש זיון חדירה!

סעיף 1

$$m_{support}^- = fd \cdot \frac{l^2}{9} = 2.08 \cdot \frac{4.5^2}{9} \cdot 1.5 = 7.02[\text{tm}]$$

$$M_d = 7.02[\text{tm}]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 7.02}{1 \cdot 0.17^2 \cdot 1300}} = 0.2 < 0.4$$

$$A_s^{req} = \frac{7.02}{\left(1 - \frac{0.2}{2}\right) \cdot 0.17 \cdot 4.35} = 10.54[\text{cm}^2] - \phi 14@14$$

פתרון שאלה 3

סעיף א

אין קומה גמישה

אין קומה חלשה

יש רציפות אנכית במערכת נושאת

יש הצירות אנכית של מעל ל 10%

סעיף ב

$$(x_c, y_c)_{קרקע} = (8, 10.5)[m]$$

$$(x_c, y_c)_{ה} = (8, 8.5)[m]$$

סעיף ג

$$x_{ck} = 8[m]$$

מומנט עבור קיר W 1:

$$I_y = 0.3 * \frac{4^3}{12} = 1.6 [m^4]$$

$$I_{stairs} = \frac{5 * 6^3}{12} - 4.4 * 5.4^3/12 = 32.26 [m^4]$$

$$y_{ck} = \frac{7.05 * 32.26 + 2 * 1.6 * 14.85 + 2 * 20.85 * 1.6}{1.6 * 4 + 32.26} = 8.83[m]$$

$$y_{ck} \text{ קומה ה} = \frac{7.05 * 32.26 + 2 * 1.6 * 14.85}{1.6 * 2 + 32.26} = 7.75[m]$$

סעיף ד

$$A_{ground-d} = 16 * 21 = 336 m^2$$

$$A_e = 16 * 17 = 272 m^2$$

סעיף ה

$$w_{\text{typ}} = 336 * (1.9 + 0.2 * 0.2) = 651[\text{ton}]$$

$$w_{\text{typ}} = 272 * (1.9) = 516.8[\text{ton}]$$

$$\sum w_i = 651 * 5 + 516.8 = 3771[\text{ton}]$$

$$F_H = C_d * \sum w_i = 0.12 * 3771 = 453[\text{ton}]$$

		FH	452.616	ton
		htyp	3.3	m
	wi	hi	wi*hi	fi
קרקע	651	3.3	2148.3	23
א	651	6.6	4296.6	46
ב	651	9.9	6444.9	69
ג	651	13.2	8593.2	92
ד	651	16.5	10741.5	115
ה	516.8	19.8	10232.64	109
		Σw	42457.14	452.616

סעיף ו

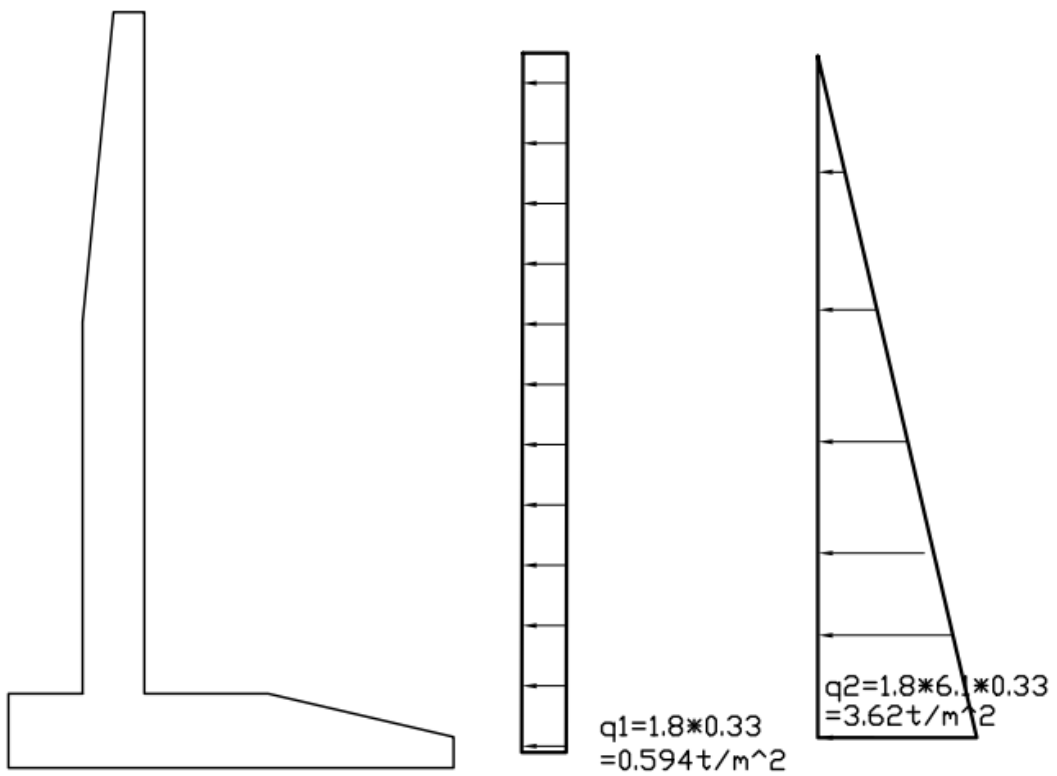
		FH	452.616	ton	
		htyp	3.3	m	
	wi	hi	wi*hi	fi	mt
קרקע	651	3.3	2148.3	23	38.2464
א	651	6.6	4296.6	46	76.4928
ב	651	9.9	6444.9	69	114.7392
ג	651	13.2	8593.2	92	152.9856
ד	651	16.5	10741.5	115	191.232
ה	516.8	19.8	10232.64	109	35.9982
		Σw	42457.14	452.616	

פתרון שאלה 4

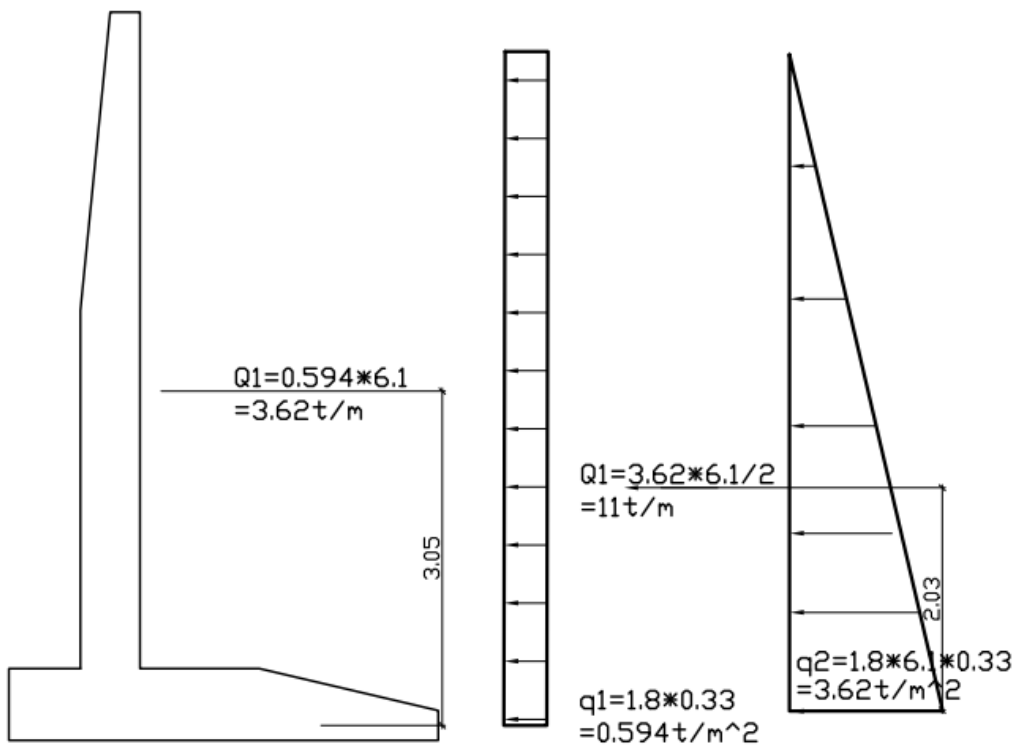
סעיף א

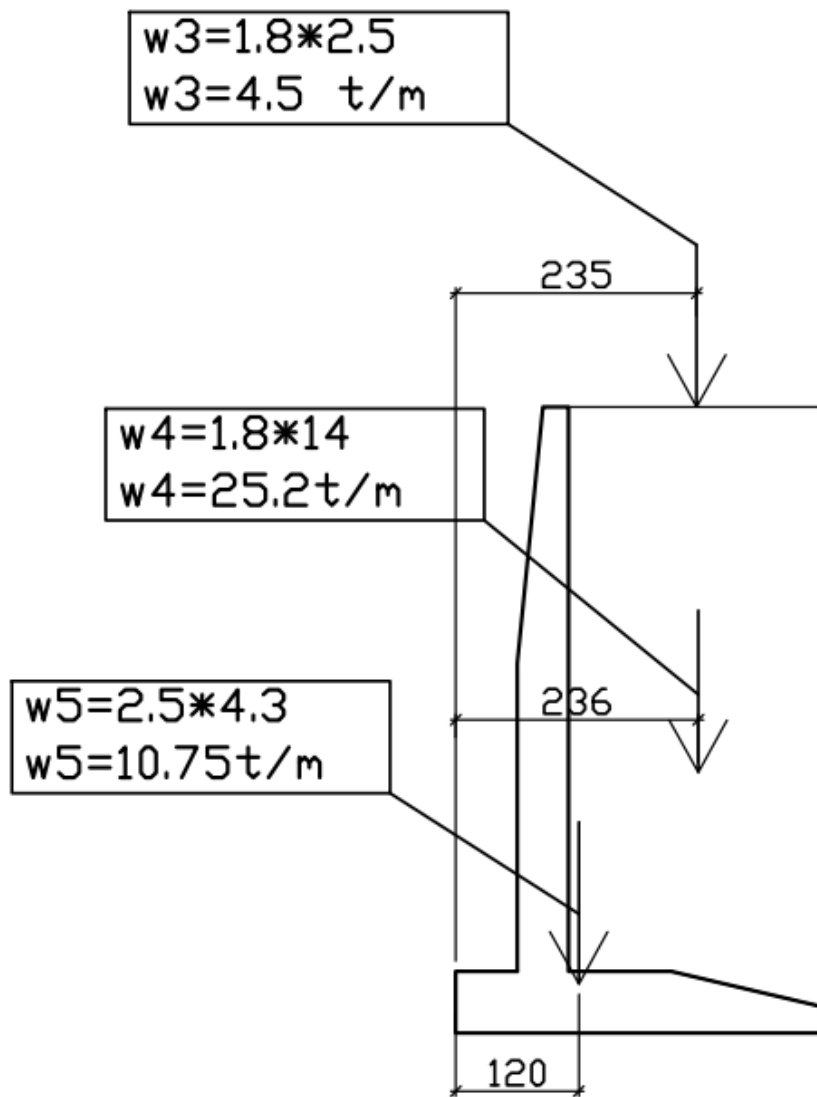
$$k_{ax} = \tan^2 \left(45 - \frac{30}{2} \right) = 0.33$$

סעיף ב



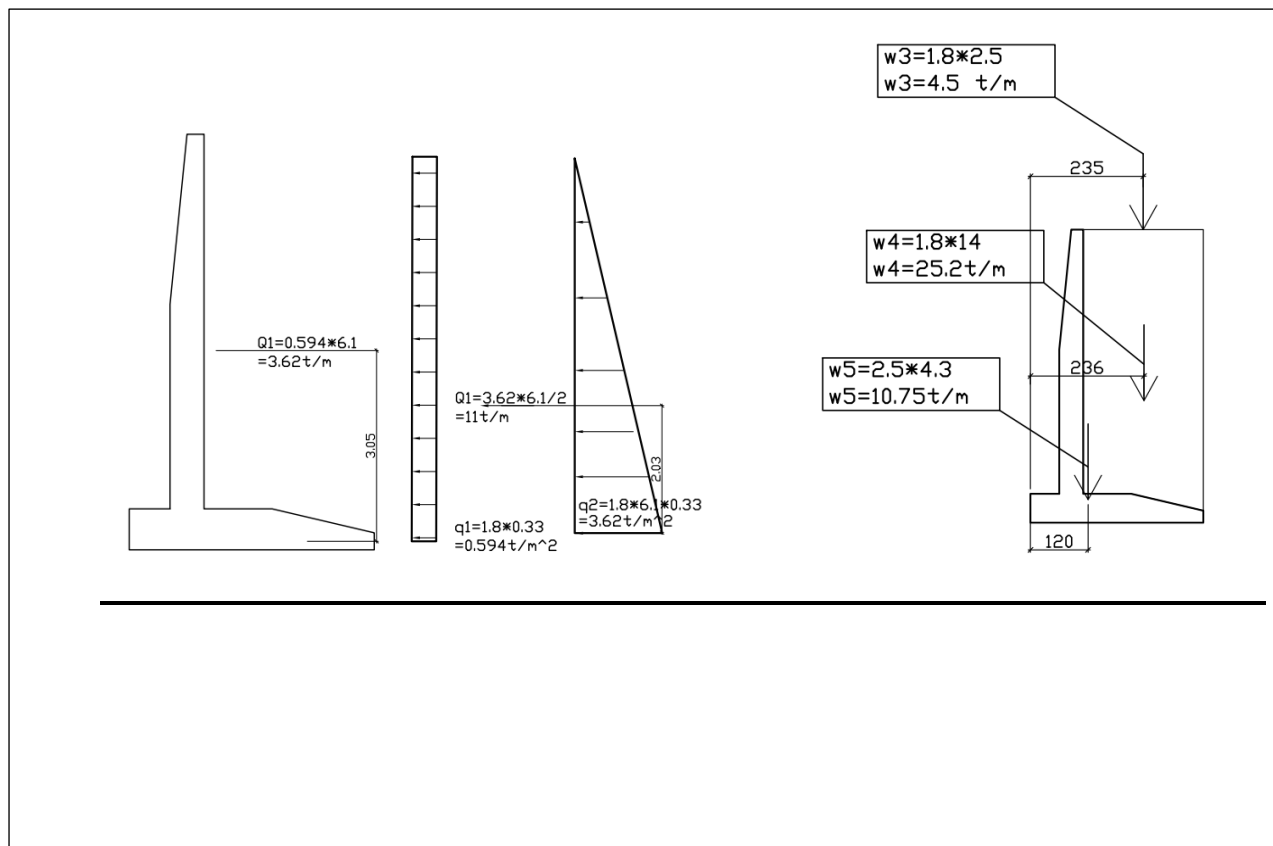
סעיף ג



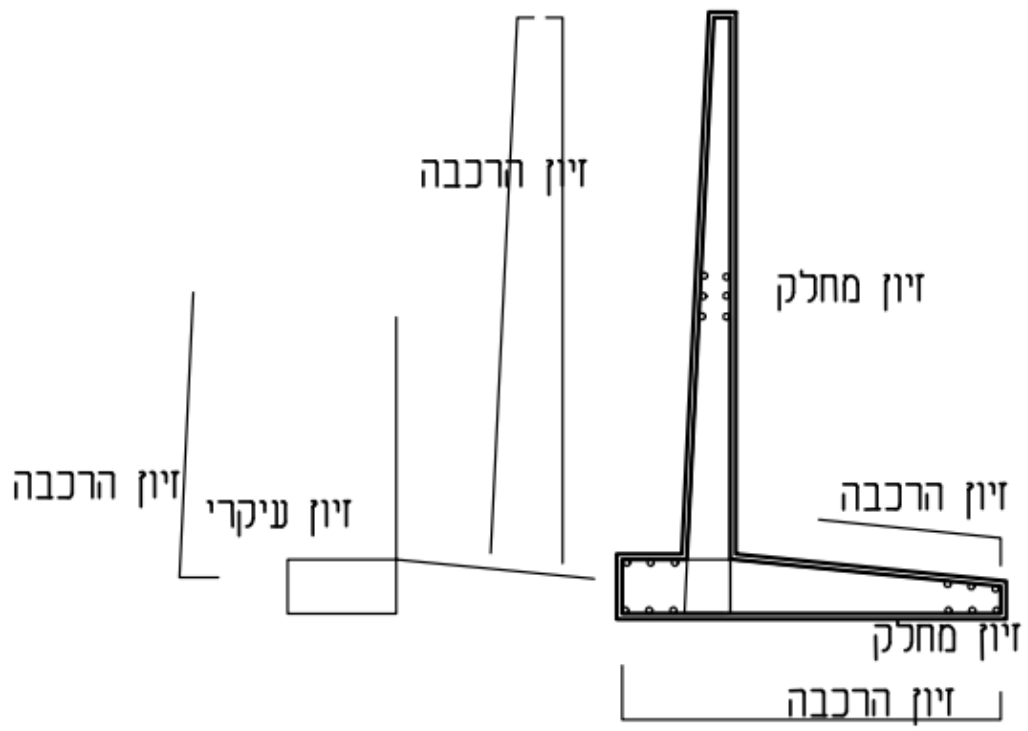


$$S_s = \frac{(10.75 + 25.2 + 4.5) * 0.40}{3.62 + 11} = 1.1 < 1.5$$

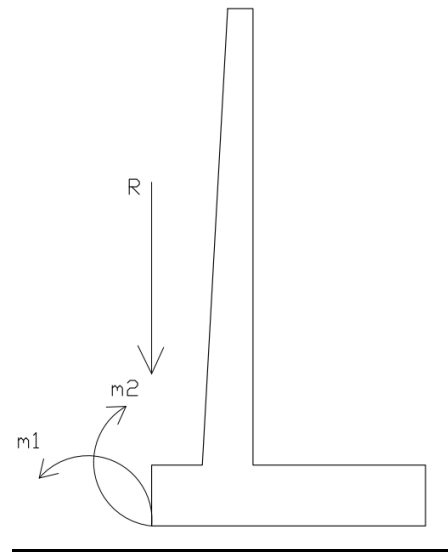
סעיף ד



$$S_f = \frac{10.75 * 1.20 + 25.2 * 2.36 + 4.5 * 2.35}{3.62 * 3.05 + 11 * 2.03} = 2.48 > 2.0 \text{ ok!!!}$$



סעיף ו



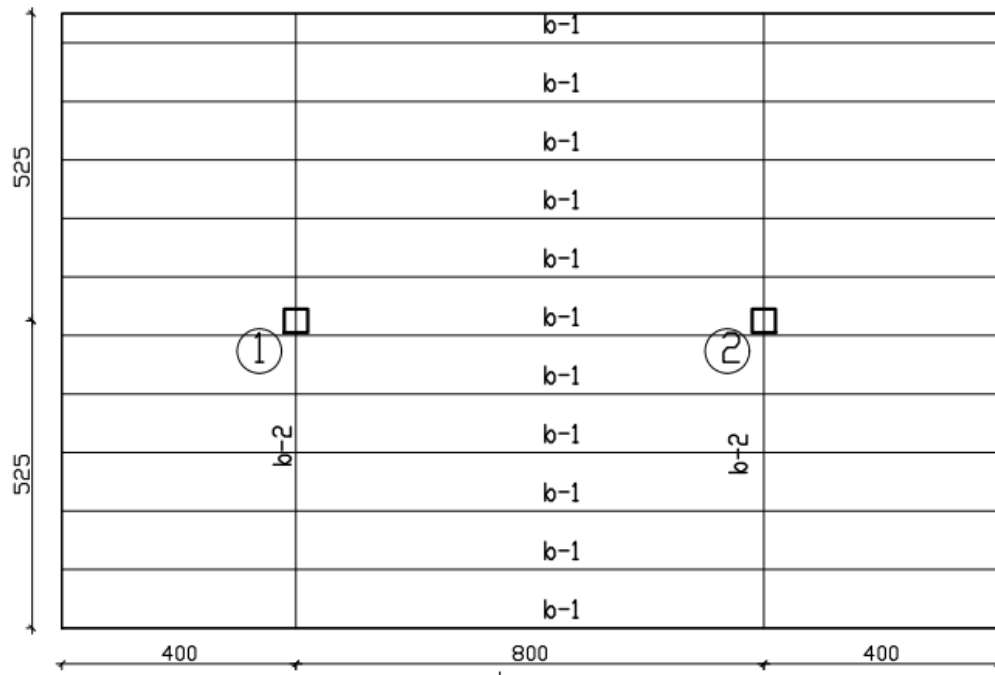
מרחק מקצה היסוד שווה:

$$a = \frac{m2 - m1}{R} = \frac{82.94 - 33.37}{40.45} = 1.22$$

$$e = 1.8 - 1.22 = 0.58 \text{ m} < 0.6$$

מסקנה: כח בגרעין החתך

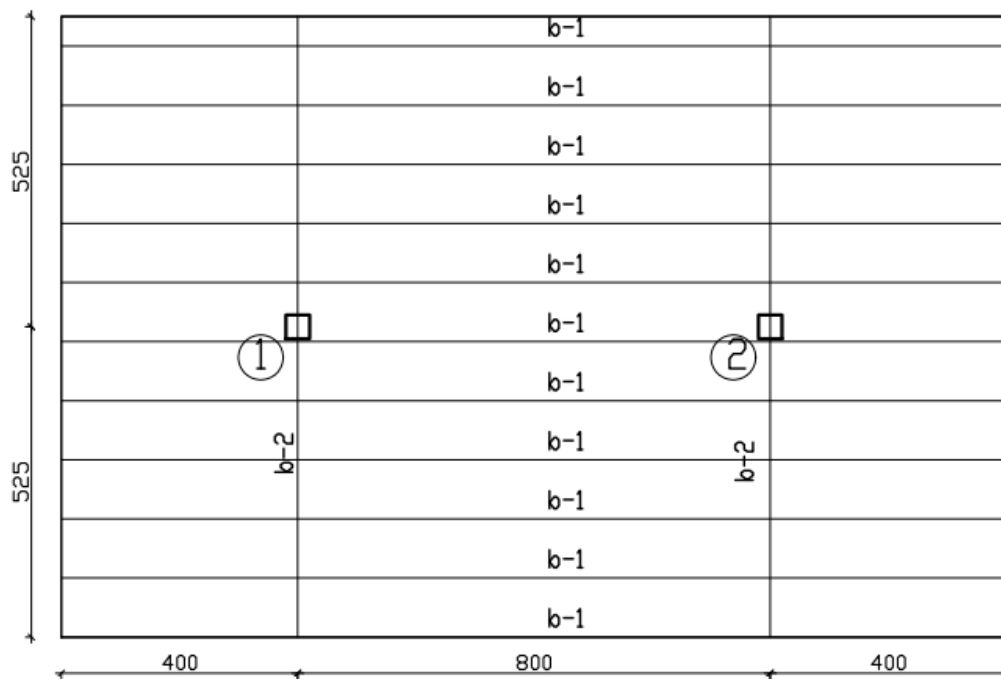
11



11

תכנית

11



11

תכנית



b1

$R_{be}=0.105 \text{ t/m}$



$m=-0.105*4^2/2=0.84 \text{ tm}$

b2

$R_{be}=0.84 \text{ t/m}$



$m=-0.84*5.25^2/2=11.57 \text{ tm}$

B1

$$w = 0.84 * \frac{10^5}{1400} = 60 \text{ cm}^3 - \text{IPB100}$$

$$0.84 * \frac{10^5}{89} = 943 < 1400 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$w = 11.57 * \frac{10^5}{1400} = 826 \text{ cm}^3 - \text{IPB240}$$

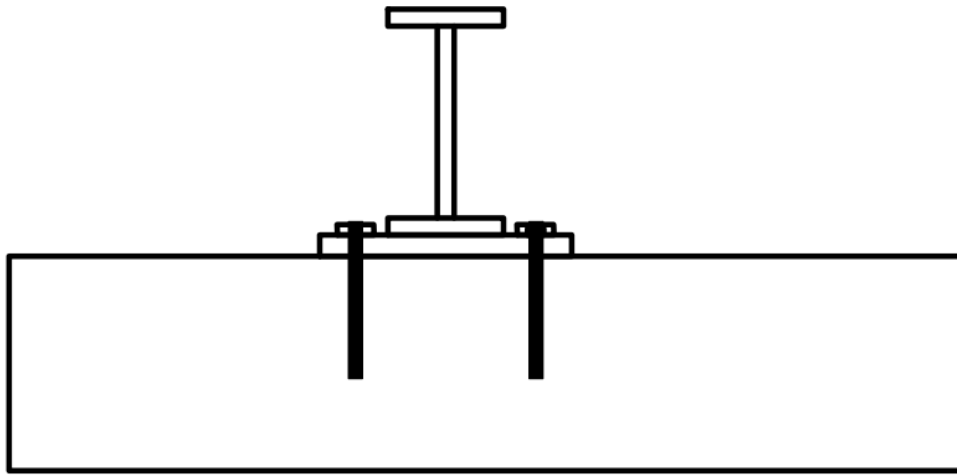
$$11.57 * \frac{10^5}{938} = 1233 < 1400 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

סעיף 7

400x400	10.0	122.00	156.00
	12.5	152.00	193.00
	16.0	192.00	245.00
	20.0 *	237.00	302.00

תסבולת עמוד

$$302 * 1.4 = 422T \gg \gg 8.82 \text{ ton}$$



פתרון שאלה 6

סעיף א

תקרה במפלס +7.5 מקשית מצולבת על קורות:

$$l_0 = 620 * 0.8 = 496 \text{ cm}$$

$$l_0 = 165 * 2.2 = 363 \text{ cm}$$

$$k_{11} = 1.22$$

$$f_{ser} = 0.20 * 2.5 + 0.45 + 0.25 = 1.2 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

$$k_{12} = 24.4 * \left(\frac{10}{12} \right)^{\frac{1}{3}} = 22.96$$

$$k_{13} = 1$$

$$h = \frac{496}{1.22 * 22.96 * 1} = 17 < 20 \text{ cm ok}$$

תקרה במפלס +4.00 מקשית חד כיוונית על קורות:

$$l_0 = 620 * 0.8 = 496 \text{ cm}$$

$$k_{11} = 1.00$$

$$f_{ser} = 0.20 * 2.5 + 0.45 + 0.25 = 1.2 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

$$k_{12} = 24.4 * \left(\frac{10}{12} \right)^{\frac{1}{3}} = 22.96$$

$$k_{13} = 1$$

$$h = \frac{496}{1.00 * 22.96 * 1} = 21.6 > 20 \text{ cm nok}$$

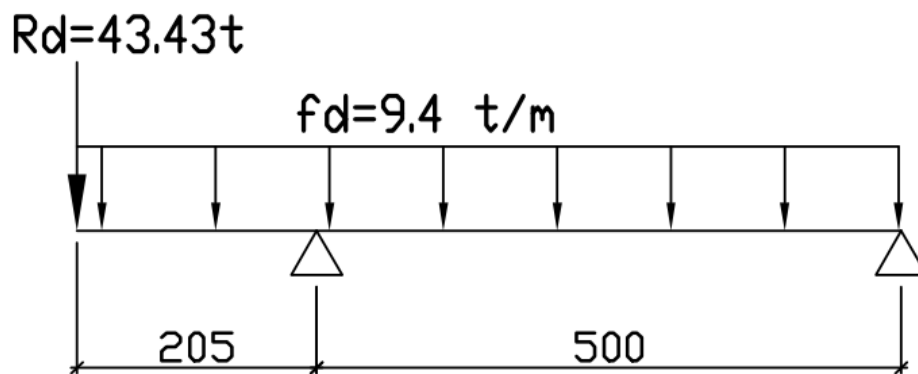
סעיף ב

עומס מרוכז:

$$R = 12.7 * 0.6 * 9.5 * 0.5 * 1.2 = 43.43 t$$

עומס מפורס:

$$f = 13 * 0.6 * 1.2 = 9.4 t/m$$



סעיף ג

שדה מקביל הינו זיז עם עומס מרוכז בסוף

$$l_0 = 205 * 2.2 = 451 [cm]$$

$$k_{11} = 1$$

$$f_{ser} = 9.4 + 43.43 * 2.67/2.05 = 65.96 \left[\frac{t}{m} \right]$$

$$k_{12} = 24.4 * \left(\frac{10 * 0.6}{659.6} \right)^{\frac{1}{3}} = 5.1$$

$$k_{13} = 1$$

$$h = \frac{451}{1 * 5.1 * 1} = 88.4 cm$$

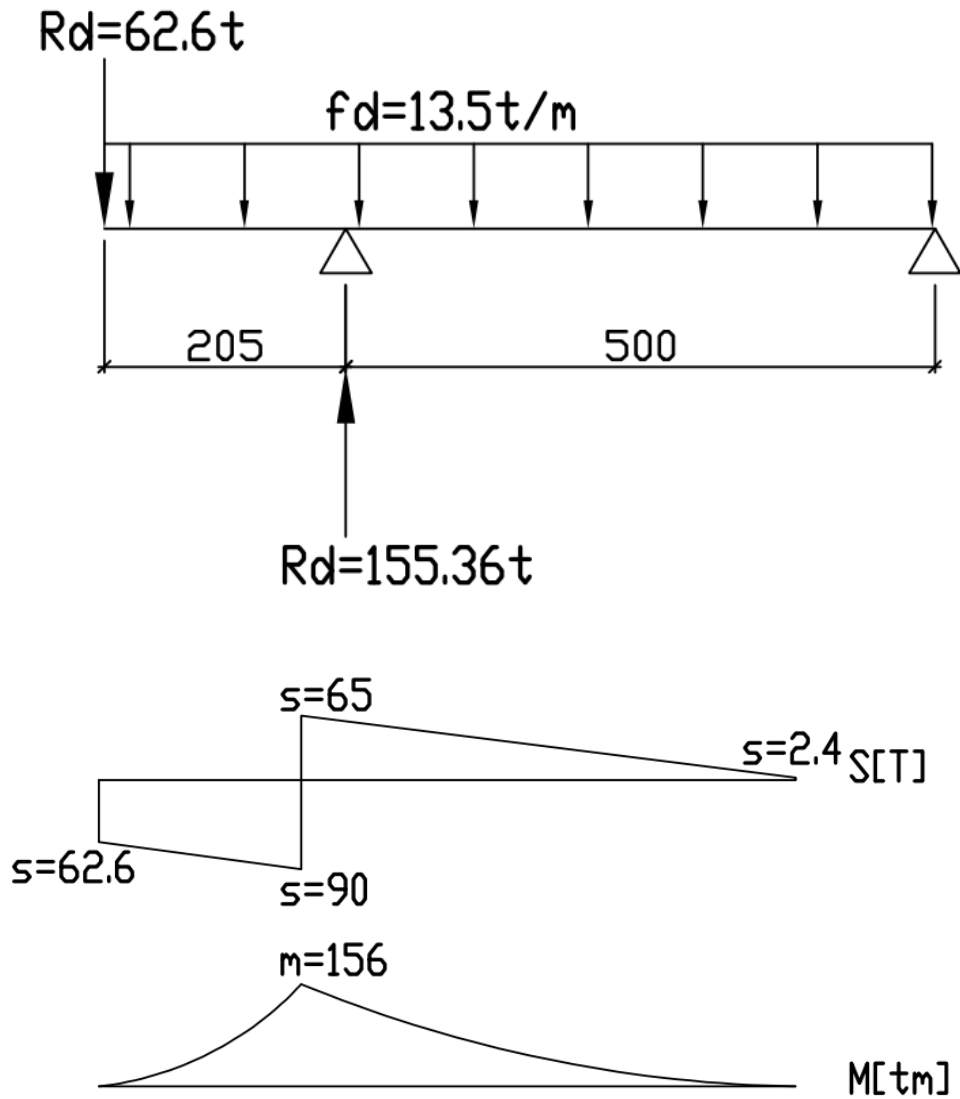
נקח חתך 60/90

$$F_{d+7.5} = (0.20 * 2.5 + 0.45) * 1.4 + 0.25 * 1.6 = 1.73 \frac{t}{m^2}$$

$$R = 12.7 * 0.6 * 9.5 * 0.5 * 1.73 = 62.6 t$$

$$F_{d+6} = (0.20 * 2.5 + 0.45) * 1.4 + 0.25 * 1.6 = 1.73 \frac{t}{m^2}$$

$$f_{_d} = 13 * 0.6 * 1.73 = 13.5 \frac{t}{m}$$



$$M_d = 156[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 156}{0.6 * 0.85^2 * 1300}} = 0.33 < 0.4$$

$$A_s^{req} = \frac{156}{(1 - \frac{0.33}{2}) * 0.85 * 4.35} = 50.5[cm^2] - 11\phi 25$$